

**Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Kaktus Pir berduri**  
**(*Opuntia ficus indica*) terhadap Pertumbuhan**  
***Staphylococcus aureus* Secara *in vitro***



**SITI RAHMA LUKMAN**

**J111 10 260**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
**MAKASSAR**  
**2013**

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh

Segala puji bagi Allah Subhanahu wata'ala atas begitu banyak limpahan rahmat, karunia serta nikmat yang masih diberikan kepada penulis sampai hari ini. Shalawat dan salam selalu tercurah kepada baginda Rasulullah shallallahu'alaihi wa sallam, para keluarga beliau, sahabat dan orang – orang yang senantiasa ittiba' kepada Rasulullah shallallahu'alaihi wa sallam sampai yaumil akhir. Amma ba'du.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Kaktus Pir Berduri (*Opuntia ficus indica*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* secara in vitro**”. Skripsi ini di buat sebagai syarat agar mendapat gelar sarjana Kedokteran Gigi serta dapat memberikan kontribusi bagi dunia pendidikan.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis menyadari hambatan dan rintangan yang dihadapi namun dapat kami lalui berkat do'a, bantuan dan dorongan semangat berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebanyak – banyaknya kepada:

1. Dr. Drg. Irene Edith Rieuwpassa, MS.i selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran beliau serta memberikan bimbingan, petunjuk, dan pengarahan mulai dari awal penulisan skripsi ini selesai.
2. Pak Markus dan Kak Arti yang telah membantu dan mengarahkan kami dalam menyelesaikan penelitian kami hingga akhir.
3. Kepada teman – teman ATRISI 2010 yang selalu memberikan bantuan dan semangat di saat penulis mengalami kendala dan kesusahan dalam pembuatan skripsi ini.
4. Kepada oarang yang paling penulis cintai dan motivator penulis, Ibunda Asma dan Ayahanda Lukman, terima kasih atas do'a, pengorbanan yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca untuk penulis kedepanya demi kebaikan bersama. Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua terutama bahi mahasiswa FKG UNHAS.

Semoga segenap bantuan baik moril maupun materil yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal ibadah di sisi Allah. Allahumma amiin.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh

Makassar, 22 Agustus 2013

Siti Rahma Lukman

## DAFTAR ISI

### KATA PENGANTAR

### DAFTAR ISI

### DAFTAR TABEL

<b>BAB I: PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>A. Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>B. Rumusan Masalah .....</b>	<b>5</b>
<b>C. Tujuan Penelitian.....</b>	<b>5</b>
<b>D. Hipotesa Penelitian .....</b>	<b>6</b>
<b>E. Manfaat Penelitian.....</b>	<b>6</b>
 <b>BAB II: TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	 <b>8</b>
<b>A. <i>Staphylococcus aureus</i>.....</b>	<b>8</b>
1. Taksonomi.....	8
2. Tinjauan Umum .....	9
3. Karakteristik dan Morfologi <i>Staphylococcus aureus</i> .....	10
4. Struktur Antigen <i>Staphylococcus aureus</i> .....	11
5. Faktor – Faktor Patogen dari <i>Staphylococcus aureus</i> .....	12
6. Penyakit yang disebabkan oleh <i>Staphylococcus aureus</i> .....	13

7. Peranan <i>Staphylococcus aureus</i> dalam Menyebabkan Infeksi di dalam Rongga .....	18
<b>B. Kaktus Pir Berduri .....</b>	<b>21</b>
1. Taksonomi dan Tatanama .....	21
2. Penyebaran dan Habitat .....	22
3. Kandungan Kimia dan Senyawa Aktif.....	22
4. Pemanfaatan .....	24
5. Mekanisme Kerja Antibakteri .....	27
 <b>BAB III: KERANGKA KONSEP .....</b>	<b>30</b>
 <b>BAB IV: METODE PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
A. Jenis Penelitian.....	31
B. Lokasi Penelitian.....	31
C. Waktu Penelitian.....	31
D. Alat dan Bahan.....	31
E. Populasi dan Sampel.....	33
F. Definisi Operasional.....	33
G. Prosedur Penelitian.....	34
1. Pembuatan ekstrak buah kaktus .....	34
2. Sterilisasi .....	35
3. Pembuatan medium .....	35
4. Pengenceran .....	36
5. Uji daya hambat .....	36

6. Pengamatan zona inhibisi .....	37
H. Alur Penelitian .....	38
<b>BAB IV : HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>39</b>
<b>BAB V : PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
<b>BAB VII : PENUTUP .....</b>	<b>46</b>
A. Kesimpulan .....	46
B. Saran.....	46

## **DAFTAR TABEL**

**Tabel 1: Hasil Pengukuran Perluasan Zona Inhibisi Difusi Ekstrak Buah Pir**

**Berduri (*Opuntia ficus indica*) dalam satuan mm**

**Tabel 2 : Hasil Pengukuran Perluasan Zona Inhibisi Difusi Ekstrak Buah Pir**

**Berduri (*Opuntia ficus indica*) dalam satuan mm**

# **Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Kaktus Pir Berduri (*Opuntia ficus indica*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Secara *in vitro***

**Siti Rahma Lukman**

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

## **ABSTRAK**

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri Gram positif yang sering kali menyebabkan banyak penyakit infeksi dan menjadi resisten terhadap antibiotik karena terjadi mutasi. Kaktus adalah buah yang tumbuh di daerah tandus dan kering yang sering digunakan sebagai tanaman hias, tanaman medis, dan memiliki tingkat antioxidant yang tinggi. Buah kaktus pir berduri (*Opuntia ficus indica*) mengandung bahan aktif seperti flavonoid, askorbik acid, taurin, serta vitamin dan mineral. **Tujuan** penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah ekstrak buah kaktus pir berduri dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. **Metode** penelitian ini merupakan penelitian eksperimental labolatoris dengan menggunakan metode difusi. Konsentrasi ekstrak buah kaktus pir berduri yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5%, 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 100%, sedangkan sampel bakteri berasal dari Labolatorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. **Hasil** pengamatan dari beberapa konsentrasi menunjukkan terdapat penurunan jumlah koloni *Staphylococcus aureus* yang signifikan seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak buah kaktus pir berduri dan dari pengamatan tersebut konsentrasi daya hambat terbesar ada pada konsentrasi 100%.. **Kesimpulan:** yang bisa diperoleh dari penelitian ini adalah ekstrak buah kaktus pir berduri dapat menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin berkurang pertumbuhan koloni *Staphylococcus aureus* dan sebaliknya.

**Kata Kunci:** Ekstrak Buah Kaktus Pir Berduri (*Opuntia ficus indica*), *Staphylococcus aureus*, Uji Daya Hambat



## ABSTRACT

*Staphylococcus aureus* is Gram positive bacteria that frequently causes many infections disease and became resistant to antibiotik because of mutation. Cactus is fruits thats grows in waste and dry area, the used as an ornamental plant, medical properties and it has a high antioxidant levels. Prickly pear cactus extract (*Opuntia ficus indica*) contain several active chemical compounds such flavonoid, ascorbic acid, taurin, vitamin, and mineral. **The aim** of this study was to determine the effectiveness of Prickly pear cactus extract in inhibiting the growth of *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, and *Candida albicans*. **This research method** is an experimental research labolatoris with used the diffusion method. Prickly pear cactus extract concentrations which being used in this experiment were 0,5%, 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 100%, while the bacterial samples provided by Hasanuddin University Medical Faculty Microbiolgy Labolatory . **The observation** of several concentrations also showed that there was decreasing the colonies number *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, and *Candida albicans* significantly within the increased at concentration of Prickly pear cactus extract and the observasional this showed high concentration is 100% . **Therefore**, this research can be concluded that the Prickly pear cactus extract can actually inhibit the growth of *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, and *Candida albicans*. The higher concentration of the Prickly pear cactus extract, the lower number of *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, and *Candida albicans* colony growth and vice versa.

**Key words:** Prickly pear cactus, *Staphylococcus aureus*, inhibiting

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Terdapat berbagai macam jenis penyakit infeksi dan parasit, baik yang memiliki sifat *self limiting* sampai yang membahayakan nyawa. Di berbagai rumah sakit di Indonesia, tercatat angka kematian yang diakibatkan oleh penyakit infeksi dan parasit mencapai 16.769 jiwa dan menduduki peringkat kedua teratas di bawah penyakit sistemik sirkulasi darah pada tahun 2008. Kematian diakibatkan oleh berbagai sebab, infeksi bakteri termasuk di dalamnya.<sup>1</sup>

*Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri yang berkaitan erat dengan Kedokteran Gigi yang dapat menyebabkan abses, infeksi luka, dan infeksi invasif ke mukosa. Selain itu, *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri fakultatif anaerob yang berbentuk bola dengan diameter 1  $\mu$ m yang tersusun dalam bentuk klaster yang tidak teratur yang menjadi penyebab paling utama infeksi pada manusia. Perannya dapat sebagai agen kausatif ataupun faktor predisposisi dalam berbagai penyakit, seperti pada Endokarditis pada pasien kelainan katup jantung dan Angular Chielities yang disebabkan *Staphylococcus aureus* bersama *Candida albicans*.<sup>1</sup>

Lebih dari 30 tipe *Staphylococcus* dapat menginfeksi manusia, namun kebanyakan infeksi disebabkan oleh *Staphylococcus aureus*. *Staphylococcus* dapat ditemukan dalam hidung dan pada kulit dari 20% – 30% dari kaum dewasa sehat.

*Staphylococcus* yang pathogen sering menghemolisis darah, mengkoagulasi plasma dan menghasilkan berbagai enzim ekstraseluler dan toksin. Beberapa peneliti melaporkan bahwa daerah nares anterior merupakan tempat utama *Staphylococcus* dapat ditemukan. Rongga mulut merupakan reservoir yang nyaman bagi *Staphylococcus aureus* untuk pertumbuhannya. Penelitian melaporkan bahwa *Staphylococcus* koagulase-positif pada rongga mulut dan hidung pada mahasiswa kedokteran gigi dan mendeteksi adanya mikroorganisme ini pada saliva 47,50% sampel dan 47,1 pada fosa nasalis. Sedangkan pada penelitian lain mendeteksi adanya *Staphylococcus aureus* pada 35% sampel saliva, menegaskan makna rongga mulut sebagai reservoir bagi *Staphylococcus* patogenik

Kemungkinan terjadinya infeksi endokarditis melalui mulut seseorang dengan menggunakan saliva dan plak supragingival. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat sembilan jenis *Staphylococcus*, 334 diisolasi dari 56 sampel yang diperiksa. *Staphylococcus aureus* merupakan spesies paling banyak yaitu 46,4%.<sup>2</sup>

Penderita penyakit periodontal menunjukkan kemungkinan terdapatnya bakteri oportunistik ini dalam rongga mulut. Penggunaan antibiotik pada penyakit periodontal atau penyakit infeksi lain cenderung menyebabkan penambahan jumlah *Staphylococcus sp* pada rongga mulut. Mikroorganisme ini mudah resisten terhadap antibiotik dan dapat menyebabkan infeksi super. Abses adalah sifat khas infeksi *Staphylococcus*.<sup>2</sup>

Peningkatan jumlah resistensi yang berujung pada kegagalan terapi menjadi masalah yang terus timbul dalam pengobatan infeksi bakteri ini. Selain

itu, alergi, kerusakan ginjal, superinfeksi, ruam, dan gangguan pencernaan merupakan efek samping dari pengobatan infeksi *Staphylococcus aureus*. Hal ini merupakan tantangan untuk peneliti mencari terobosan baru untuk mengatasi masalah ini.<sup>1</sup>

Indonesia yang merupakan negara yang terletak di antara dua benua dan dua samudra dengan letak geografis 6 LU – 11 LS dan 95 BT – 141 BT. Oleh karena itu, berbagai keragaman hayati yang berkehasiat dapat tumbuh subur di daerah yang beriklim tropis ini. Negara ini seharusnya memiliki peluang yang besar dalam menekan infeksi *Staphylococcus aureus* dan biaya pengobatannya, salah satunya menggunakan buah dari kaktus pir beruri (*Opuntia ficus indica*).<sup>1</sup>

Kaktus (*Mammillaria myriacantha*) merupakan tanaman hortikultura yang berasal dari benua Amerika yang tumbuh di daerah yang kering dan tandus. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman hias yang banyak digemari masyarakat karena penampilannya yang unik dan khas. Terdapat lebih dari 2000 jenis spesies kaktus yang ada di belahan bumi dan dari ribuan jenis kaktus tersebut terdapat beberapa kaktus yang memiliki berbagai manfaat.<sup>3</sup>

Kaktus pir berduri (*Opuntia ficus indica*) merupakan tanaman yang berasal dari Benua Amerika, namun tanaman ini sudah banyak dikonsumsi oleh penduduk asli suku India dan Meksiko sebagai bahan makanan yang dapat diolah mulai dari sup, selai, saus, dan keju. Selain itu, tanaman ini juga mengandung pigmen betalain yang berfungsi sebagai pewarna alami makanan. Tanaman ini ternyata tidak hanya dijadikan sebagai bahan olahan makanan akan tetapi tanaman ini juga mengandung zat aktif yang mampu mengubah reaksi tubuh terhadap alergen. Gel

pada kaktus pir buah mengandung berbagai zat aktif yang berguna untuk mengubah reaksi tubuh terhadap alergen. Studi analisis yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa terdapat unsur pokok berupa antioksidan pada kaktus tersebut. Hal ini juga diperkuat dengan dilakukannya uji kapasitas antioksidan pada tiga jenis kaktus pir buah yang berasal dari Spanyol (*Opuntia ficus indica*, *Opuntia undulate*, dan *Opuntia stricta*) yang dilakukan secara in vitro. Ekstrak kaktus pir buah tersebut dianalisis untuk menentukan kandungan – kandungannya: askorbik acid, flavonoids, (quercetin, isorhamnetin, myricetin, kaempferol, dan luteolin), betalains, taurin, total karotenoid dan total fenol. Hasil analisis tersebut, didapatkan informasi adanya senyawa bioaktif dan unsur antioksidan pada ketiga sampel tersebut. Pada *Opuntia ficus indica* memiliki tingkat antioksidan dan unsur taurin yang tinggi.<sup>4,5</sup>

Universitas Arizona meneliti kandungan pektin yang terdapat dalam buah kaktus efektif dalam penurunan tingkat kolesterol LDL dan juga membantu tubuh dalam menstabilkan kadar glukosa darah. Publikasi terakhir pada Journal Of Ethnopharmacology and Diabetes Care menjelaskan bahwa pada bagian pipih kaktus tersebut sangat efektif terhadap diabetes tipe II. Sebuah penelitian juga memperlihatkan kandungan aktivitas fenol sebagai antimikrobia terutama pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermis* dengan MBC (Minimal Bactericide Concentration) sebesar 1,3 mg fenol/ml. University of South Florida juga menemukan bahwa getah pada kaktus mampu menyaring bakteri E.coli.<sup>6</sup>

Penurunan insiden infeksi *Staphylococcus aureus* yang lebih efektif, aman, dan tetap memenuhi standar medis akan dapat dicapai dengan penelitian yang lebih lanjut. Selain itu, pemilihan terapi secara ekonomi dapat meringankan beban pasien masih diperlukan melihat kondisi masyarakat di Indonesia juga bisa dilakukan ke depannya. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah ekstrak dari buah kaktus pir berduri.<sup>1</sup>

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka timbul suatu permasalahan yaitu :

1. Apakah ekstrak kaktus pir buah mempunyai efek menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*?
2. Apakah konsentrasi ekstrak pir berduri mempengaruhi daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus*?

## **C. Tujuan Penelitian**

1. Tujuan penelitian umum

Untuk mengetahui pengaruh ekstrak kaktus pir berduri dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*

2. Tujuan penelitian khusus

Adapun tujuan khusus dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui adanya efek antibakterial dari ekstrak buah kaktus terhadap bakteri *Staphylococcus aureu*

- b. Untuk mengetahui perbandingan efek antibakterial ekstrak buah kaktus pada berbagai konsentrasi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*

#### **D. Hipotesis Penelitian**

1. Ekstrak buah kaktus dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*
2. Besar konsentrasi ekstrak buah kaktus mempengaruhi daya hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*

#### **E. Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui daya hambat kaktus pir berduri (*Opuntia ficus indica*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, maka diharapkan:

1. Dapat mengetahui pengaruh antibakteri ekstrak buah pir berduri terhadap *Staphylococcus aureus*
2. Dapat digunakan sebagai dasar penelitian lebih lanjut untuk menguji potensi buah kaktus pir berduri secara in vivo
3. Dapat membandingkan efek antibakteri dari ekstrak buah kaktus dengan antibiotik yang digunakan untuk *Staphylococcus aureus*
4. Diharapkan buah kaktus pir berduri dapat digunakan sebagai pengobatan alternatif untuk penyakit infeksi yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* di masa mendatang.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. *Staphylococcus aureus*

Bakteri pada spesies *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri yang berasal dari kata “staphela” dalam bahasa Yunani yang berarti anggur dan kata “aureus” dalam bahasa Latin berarti emas. Nama tersebut diberikan berdasarkan atas bentuk sel – sel bakteri tersebut jika dilihat di bawah mikroskop dan warna keemasan yang terbentuk jika bakteri tersebut ditumbuhkan dalam suatu media pertumbuhan (Supardi, 1999). *Staphylococcus aureus* termasuk family Micrococcaceae, kecuali pada beberapa strain. Beberapa diantaranya tergolong flora normal dalam kulit, orofaring, dan selaput mukosa manusia dan sering menyebabkan abses dan berbagai infeksi lainnya.<sup>2,7</sup>

#### 1. Taksonomi

Klasifikasi *Staphylococcus aureus* menurut D. Dwijoseputro, adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Monera
Filum	: Protophyta
Class	: Schizomycetes
Ordo	: Eubacteriales
Family	: Micrococcaceae



Genus : *Staphylococcus*

Spesies : *Staphylococcus aureus*

## 2. Tinjauan umum

*Staphylococcus aureus* adalah spesies yang patogen dari genus *Staphylococcus*, yaitu bakteri yang berbentuk bulat, gram positif, yang biasanya tersusun dalam rangkaian tak teratur seperti buah anggur.<sup>8</sup>

Genus *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Stomacoccus*, dan *Planococcus* adalah anggota dari family *Micrococceae*. Genus *Staphylococcus* terdiri dari lebih 20 spesies, yang biasanya diklasifikasikan sebagai :<sup>9</sup>

- a. *Staphylococcus* yang menghasilkan koagulase : misalnya *Staphylococcus aureus*, yang merupakan pathogen utama bagi manusia dan menjadi penyebab banyak penyakit infeksi.<sup>10</sup>
- b. *Staphylococcus* yang tidak menghasilkan koagulase : misalnya *Staphylococcus epidermis*, yang merupakan flora normal kulit namun sering menjadi penyebab infeksi nosokomial, dan *Staphylococcus saprophyticus*, yang banyak menyebabkan infeksi saluran kemih<sup>10</sup>
- c. *Staphylococcus* lain : tidak akan dibahas, karena hanya menjadi penyebab infeksi pada hewan<sup>10</sup>

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri gram positif yang menghasilkan enzim koagulase. Bakteri ini menempati hidung, tenggorokan, ketiak, sela jari kaki dan perineum pada orang yang sehat tanpa menyebabkan

infeksi klinis. *Staphylococcus aureus* adalah penyebab tersering infeksi pyogenik (pembentuk nanah) dan menyebabkan beragam infeksi yang meliputi bisul, abses, jari septik, styne impetigo dan mata lengket pada neonates.<sup>11,12</sup>

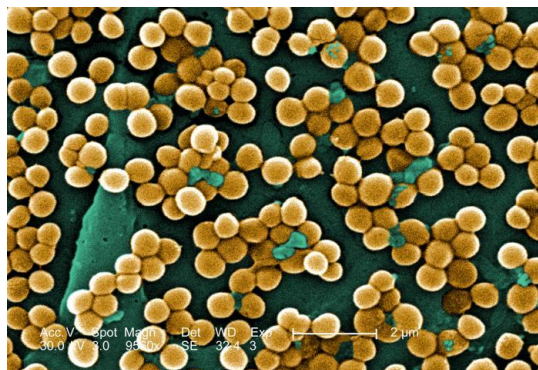
### **3. Karakteristik dan morfologi *Staphylococcus aureus***

*Staphylococcus* berbentuk bulat dengan diameter kira – kira 1um, yang tersusun dalam kelompok secara tidak beraturan. Biakan pada medium cair bisa juga terlihat sebagai kokus tunggal, berpasangan, berempat, atau membentuk rantai pendek.<sup>13</sup>

Pada pembiakan makroorganisme yang sudah berkembang, sel – sel dari *Staphylococcus aureus* serempak merupakan gram positif dan bentuknya teratur dan memiliki diameter 0,5 – 1,5 um. Pada pembiakan terdahulu, pada lesi – lesi yang terurai, dan pada beberapa antibiotik, sel – sel tersebut terkadang menjadi lebih bervariasi dalam ukurannya dan beberapa sel tersebut kehilangan gram positifnya.<sup>13</sup>

*Staphylococcus* tidak bergerak dan tidak berspora. Akibat pengaruh beberapa zat kimia, misalnya penicillin, *Staphylococcus* bisa kehilangan dinding selnya yang keras, dan berubah menjadi bakteri bentuk L (protoplast). Protoplast ini bisa berubah kembali menjadi *Staphylococcus* yang berdinding keras bila pengaruh bahan kimia yang bersangkutan dihilangkan dari lingkungan untuk beberapa waktu. *Staphylococcus* tidak dipengaruhi oleh gram empedu dan optochin.<sup>10</sup>

Seperti *Staphylococcus* lain maka *Staphylococcus aureus* bisa tumbuh dengan cepat pada sebagian besar medium dalam situasi aerobik atau mikroaerofilik. Mikroorganisme ini tumbuh lebih cepat pada 37°C, tapi pembentukan pigmen lebih baik pada temperatur kamar yaitu 20°C – 25°C. Pada lempeng agar koloni *Staphylococcus aureus* berbentuk bulat, licin, cembung dan mengkilat. Koloni *Staphylococcus aureus* berwarna abu – abu samapi kuning tua keemasan. Pigmen dari *Staphylococcus aureus* tidak berbentuk pada keadaan anaerob atau bila tumbuh pada medium cair. Berbagai – macam hemolisis bisa disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* dan spesies lainnya.<sup>10</sup>



<http://www.google.co.id/imgres?q=staphylococcus+aureus&hl=id&sa=X&tbo=d&biw>

*Staphylococcus* menghasilkan katalase, sehingga bisa dibedakan dari *Staphylococcus* yang tidak menghasilkan katalase. *Staphylococcus* meragikan pelan – pelan banyak karbohidrat dengan menghasilkan asam laktat tanpa gas.<sup>10</sup>

#### **4. Struktur antigen *Staphylococcus aureus***

Dinding sel *Staphylococcus* mengandung polisakarida dan protein yang bersifat antigenik. Bagian keras dari dinding sel (rangka luarnya) mengandung peptidoglikan, yaitu suatu polimer polisakarida. Peptidoglikan ini bisa rusak oleh asam yang kuat atau oleh lisosom. Peptidoglikan ini penting pada pathogenesis karena :<sup>10</sup>

- a. Dapat merangsang monosit untuk menghasilkan interleukin – 1 (pirogen endogen) dan antibody opsonik
- b. Bisa menarik leukosit polimorfonuklear
- c. Mempunyai efek seperti endotoksin, sehingga menyebabkan terjadinya fenomena *Shwartzman local*
- d. Bisa mengaktifkan komplemen

Peptidoglikan ini terikat pada asam tekoat, suatu polimer dari gliserol atau fosfat ribitol. Asam tekoat ini bersifat antigen, dimana antibodi terhadap asam tekoat ini bisa dideteksi dengan metode difusi agar pada penderita endokarditis karena *Staphylococcus aureus*.<sup>12,13</sup>

Dinding sel strain *Staphylococcus aureus* juga mengandung protein A, yang bisa mengikat bagian Fe dari molekul IgG. Bagian dari Fe IgG tadi bebas untuk mengikat antigen yang spesifik. Karena itu protein A ini menjadi satu reagen yang penting dalam teknologi imunologi dan diagnostik.<sup>12</sup>

Beberapa strain *Staphylococcus aureus* mempunyai kapsul, yang bisa menghambat fagositosis oleh sel PMN bila tidak terdapat antibodi spesifik. Pada permukaan sel sebagian besar *Staphylococcus aureus* terdapat koagulasi atau faktor pembekuan, yang bisa terikat secara non enzimatis dengan fibrinogen, yang menyebabkan penggumpalan dari bakteri – bakteri ini.<sup>12</sup>

#### **5. Faktor – faktor patogen dari *Staphylococcus aureus***

Mekanisme dari *S. aureus* dalam menyebabkan penyakit merupakan multifaktor, melibatkan toksin, enzim, dan komponen seluler. Patogenitasnya merupakan efek gabungan dari berbagai macam metabolit yang dihasilkannya. Kuman patogen (*S. aureus*) bersifat invasif, penyebab hemolisis, membentuk koagulasi, mencairkan gelatin, membentuk pigmen kuning emas dan meragi manitol.<sup>10,14</sup>

- a. **Enterotoxin A, B, C, D, E dan H** menyebabkan gejala gastrointestinal akut yang dihubungkan dengan racun pada makanan. Enterotoxin resisten pada enzim dalam traktus gastrointestinal.
- b. **Exfoliatin atau epidermolitik toxin** merupakan agen yang bertanggung jawab untuk memproduksi *Staphylococcal scaled syndrome (ritter's disease)* pada jaringan baru untuk toxin epidermal necrolysis pada orang tua. Toksin ini merupakan enzim proteolitik yang memisahkan epidermis pada lapisan granuler.

- c. **Toxic shock syndrome (TSST)** memberikan banyak sifat biologis bersama dengan enterotoxin yang bertanggung jawab dalam pembentukan supra antigen keduanya hanya dapat menstimulasi sebanyak 10% dari sel T pada manusia. Ketika antigen normal hanya dapat menstimulasi sekitar 1/1.000.000 sel T. Intensitas respon imun ini meningkat produksi interleukin 1 dan 2. Factor nekrosis tumor dan interferon. TSST adalah gen yang berperan dalam memproduksi *syndrome toxic syok*.
- d. **Alpha toxin** merupakan eksotoksin yang letal pada banyak sel dalam konsentrasi yang rendah. Alpha toxin menghemolisis sel darah merah, menghancurkan platelet dan menyebabkan nekrosis pada kulit.
- e. **Leukocidin letal** pada *neutrophils* melalui penghancuran membrane sedikit demi sedikit
- f. **Koagulase** mengubah fibrinogrn menjadi fibrin. Dalam proses ini koagulase melindungi *Staphylococcus* dari mekanisme pertahanan tubuh dan antibiotic. Selain itu, koagulasi positif *Stahylococcus* tumbuh dengan baik pada serum normal manusia. Sementara koagulasi negative *Staphylococcus* tidak.
- g. **Protein A** mengikat setengah Fe dari IgG 1 dan 2 dan menghalangi opsonisasi dari mediasi antibody.

- h. **Kapsul** mayoritas dari *Staphylococcus aureus* diisolasi dari specimen klinis yang dimiliki kapsul polisakarida yang dapat berinterferensi yang mudah bercampur dengan fagositosis.

## 6. Penyakit – penyakit yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus*

Penyakit – penyakit yang bisa disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* adalah seperti yang tercantum di bawah ini :

### a. Infeksi Superficial

Infeksi pada bagian superficial tubuh adalah infeksi *Staphylococcus* yang paling sering ditemukan. Gejala – gejala yang khas dari penyakit – penyakit tersebut adalah pembentukan nanah yang banyak, nekrosis jaringan setempat dan pembentukan abses yang penuh nanah.

1. **Pyoderma impetigo**, penyakit kulit superficial yang sangat menular. Penyakit ini disebabkan oleh *S. epidermis*, juga bisa oleh *Pseudomonas aeruginosa*.

2. **Folikulitis furunkel**, terjadi akibat infeksi melalui follikel rambut. Follikulitis adalah infeksi yang terbatas yang disebabkan oleh *S. aureus*, *S. epidermis*, juga bisa oleh *Pseudomonas aeruginosa*. Furunkel adalah infeksi yang lebih luas dan membutuhkan drainase.

3. **Abses dan karbunkel** adalah infeksi yang lebih serius. Karbunkel adalah abses yang besar yang mengenai follikel rambut, kelenjar sebacea dan jaringan sekitarnya, biasanya terdapat pada tengkuk. Infeksi ini bisa berkembang menjadi bakteremia. Karena harus

segera ditindaki dengan tindakan operasi pembersihan jaringan rusak dan pemberian antibiotik.

b. Infeksi Jaringan yang Dalam

1. **Osteomyelitis**, *S. aureus* yang paling sering ditemukan sebagai penyebab osteomyelitis, terutama pada anak – anak. Mikroba ini biasanya sampai ke tulang karena penyebab infeksi secara hematogen dari suatu infeksi di tempat lain.
2. **Pneumonia**, sering disertai terjadinya abses paru – paru, umumnya penderita dengan daya tahan tubuh yang rendah. Terjadinya biasanya sebagai komplikasi virus influenza, setelah penderita menghirup benda asing.
3. **Endokarditis akut**, yang khas dengan adanya kolonisasi bakteri yang berkembang biak pada katup jantung. Hal ini bisa terjadi pada pemakaian narkoba secara intravenous, atau setelah operasi katup jantung.
4. **Arthritis, bakterimia, septikemia, dan abses organ dalam**, misalnya abses otak, ginjal, paru – paru, bisa disebabkan oleh *S. aureus*, *S. epidermis* dan *S. saprophyticus* makin banyak diisolasi dari penderita infeksi saluran kemih dan bakterimia.

c. Penyakit – Penyakit akibat toksin *Staphylococcus*<sup>15</sup>

1. **Scarlet skin syndrome**, satu manifestasi kulit dari infeksi strain *S. aureus* yang menghasilkan toksin eksfoliatif. Penyakit ini banyak menyerang anak – anak balita. Nampak eksfoliasi kulit



menyebabkan terjadi sejumlah besar bulla – bulla yang luas ditempat yang jauh dari lokasi infeksi. Bulla ini mudah pecah, dan menyebabkan dermis/ kulit yang terbuka. Penyakit ini bisa juga terjadi dalam bentuk yang lebih ringan, misalnya terjadi **impetigo bullosa** dan **staphylococcal scarlet fever**. Scarlet fever ditandai dengan rash yang eritematous dan nondeskuamatif, sama dengan yang terjadi pada scarlet fever pada infeksi *Streptococcus*. Bedanya pada *staphylococcal scarlet fever* ini kelainan tidak mengenai lidah dan palatum.

2. **Keracunan makanan karena *Staphylococcus***, ditandai dengan muntah yang eksplosif dan diare, yang terjadi 1- 5 jam setelah memakan makanan yang terkontaminasi. Gejala ini disebabkan oleh enterotoksin yang dihasilkan oleh *Staphylococcus* sama dengan makanan tersebut. Penyakit ini bisa sembuh sendiri, dan dengan penambahan cairan bisa sembuh dalam 24 – 48 jam.
3. **Toxic shock syndrome (TSS)**, yang secara klinik merupakan satu penyakit demam yang bisa berkembang menjadi kegagalan salah satu organ vital dan menyebabkan kematian. Sindroma ini ditandai oleh muntah – muntah, diare, rash eritematous pada kulit, nyeri otot dan hipotensi. TSS disebabkan oleh toksin TSST – 1 atau salah satu dari eksotoksin yang pirogenik.

## **7. Peranan *Staphylococcus* dalam menyebabkan infeksi di dalam rongga mulut**

Infeksi *Staphylococcus* adalah infeksi – infeksi yang disebabkan oleh bakteri gram – positif *Staphylococcus*. Orang – orang yang rentan mengalami infeksi *Staphylococcus* antara lain :

- a. Bayi baru lahir
- b. Ibu menyusui
- c. Penderita penyakit kronis (terutama penyakit paru – paru, diabetes, dan kanker)
- d. Penderita kelainan kulit dan luka bedah
- e. Penderita yang mendapat terapi kortikosteroid, radiasi, obat – obat *imunosupresan* atau obat anti – kanker.

Biasanya Infeksi *Staphylococcus* menyebabkan terbentuknya suatu kantung berisi nanah, yaitu abses dan bisul. *Staphylococcus* dapat menyebar melalui pembuluh darah dan menyebabkan abses pada organ dalam (seperti paru – paru), tulang, berkolonisasi sementara dalam rongga mulut dan jarang diketahui sebagai spesimen klinis.<sup>16</sup>

Walaupun keberadaan *Staphylococcus* sebagai pathogen dalam bidang medik telah ditemukan beberapa tahun lalu, dan *Staphylococcus* dianggap merupakan bagian dari flora normal mulut, tetapi kenyataanya hanya sedikit studi yang menjelaskan secara detail tentang penyebaran *Staphylococcus* di dalam mulut.<sup>16</sup>

Namun demikian, perubahan pada mikrobiota oral dapat menyebabkan beberapa alasan. Seseorang dengan penyakit periodontal menunjukkan kemungkinan terdapatnya bakteri oportunistik ini dalam rongga mulut. Penggunaan antibiotik pada penyakit periodontal atau penyakit infeksi lain menyebabkan kecenderungan pertambahan jumlah *Staphylococcus sp* ini pada rongga mulut. Mikroorganisme ini mudah resisten terhadap antibiotik dan dapat menyebabkan super infeksi.<sup>16</sup>

Menurut sejarah, resistensi antibiotik pada *S. aureus* ditemukan pertama kali pada tahun 1942, beberapa saat setelah adanya pengobatan penicillin. Pada akhir tahun 1950, penicillin semi sintetik seperti metisillin, dikembangkan untuk memecahkan masalah resistensi ini, tetapi hanya berselang 2 tahun, resistensi terhadap metisilin telah dilaporkan kembali. Setelah 20 tahun, *Methicillin – Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) muncul kembali sebagai pathogen penting. Laporan terakhir menyebutkan bahwa jumlah pasien yang terkena infeksi MRSA telah bertambah.<sup>15,17</sup>

Adanya MRSA dalam rongga hidung, kulit yang luka dan saluran pernapasan telah diketahui sebelumnya, tetapi hanya sedikit yang mengetahui keberadaanya di rongga mulut atau kemungkinan terlibatnya MRSA pada praktek kedokteran gigi. Beberapa laporan menunjukkan *S. aureus* menetap di rongga mulut, khususnya pada anak – anak, tempat MRSA dapat berkembang dan menyebabkan infeksi nosokomial.<sup>15,17</sup>

Gejala yang biasa dikaitkan dengan MSSA atau MRSA yaitu eritema, pembengkakan, rasa sakit atau terbakar pada mukosa. MRSA (dan

juga MSSA) pada rongga mulut memungkinkan terjadinya infeksi silang antara pasien dan paramedis.<sup>15,17</sup>

## B. Kaktus Pir Berduri (*Opuntia ficus indica*)



<http://pixabay.com/id/pir-berduri-kaktus-ara-buah-buahan-9374/>

Kaktus berasal dari kata Yunani yaitu kaktos yang berarti tanaman berduri. Seorang ahli botani bernama Linneaus yang membuat klasifikasi tanaman memasukkan kaktus ke dalam kelompok tumbuhan berduri atau *Cactaceae*. Kaktus pir berduri merupakan jenis tumbuhan yang banyak tumbuh di daerah - daerah yang tandus dan kering. Memiliki bentuk yang pipih dan lebar serta memiliki duri diseluruh bagian tubuhnya menyebabkan tumbuhan ini sudah banyak dikembangkan khususnya di Indonesia. Seorang ahli botani memasukkannya dalam kelompok tumbuhan berduri atau *Cactacea*. Tanaman ini sudah banyak dijadikan sebagai bahan makanan yang dapat diolah baik secara alami maupun mesin – mesin pengolah.<sup>21</sup>

### 1. Taksonomi dan Tatanama

Kaktus pir berduri secara umum digunakan untuk menggambarkan beberapa jenis dari famili *Cactacea*. Termasuk dalam spesies *Opuntia*,

*Nopalea*, dan *Acanthocereus*. Seluruh tanaman tersebut berasal dari Amerika.

Kaktus pir berduri termasuk ke dalam :<sup>7</sup>

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Cactales
Famili	: Cactaceae
Genus	: cactus
Spesies	: <i>Opuntia sp</i>

## **2. Penyebaran dan habitat**

Secara alamiah tumbuhan kaktus dapat ditemukan di Meksiko dan United States, tetapi tumbuhan ini juga banyak tumbuh di Afrika, Madagaskar, Australia, Sri Lanka dan India. Kaktus telah menyebar dan dibudidayakan secara luas di seluruh dunia pada daerah beriklim tropis dan termasuk di Indonesia mengingat potensi sumber daya alam yang telah terbukti sangat sesuai untuk budidaya tanaman kaktus. Penyebaran tanaman spesies ini terjadi karena hasil budidaya manusia.<sup>5</sup>

## **3. Kandungan kimia dan senyawa aktif**

Kaktus pir berduri memiliki getah yang mengandung D-glukose, D-galaktose, L-arabinose, D-xylose, L-rhamnose, dan D-galakturonik dan glukuronik acid. *Opuntia indica* juga mengandung protein molekular dengan

massa 6,5 kDa dan setelah diisolasi menjadi kombinasi berupa filtrasi gel kromatography dan melalui tahap HPLC. Selanjutnya terdapat 8 – 85% w/w kandungan gula dan 0.98% w/w adalah pentosa. Kaktus pir berduri ini juga menghasilkan flavonoid (quercetin, dihydroquercetin, dan quercetin 3 – methyl, kaemferol). Laporan lain memperlihatkan bahwa tumbuhan yang termasuk dalam famili *Cactaceae* mengandung flavonol 3-O-glycosides (quercetin, kaemferol, dan isorhamnetin), dihydroflavonols, flavonones, dan flavononols. Selain itu, kaktus pir buah mengandung pigmen betalain yang berpotensi baik untuk pewarna makanan. Selanjutnya, buah *Opuntia ficus indica* juga mengandung askorbik acid; Disamping mengandung askorbik acid ternyata terdapat juga kandungan berupa organik acid yang diidentifikasi berupa maleik, malanok, succinik, tartarik dan oxalik. Juga mengandung sejumlah besar vitamin B1, B6, vitamin E dan vitamin A. Buah *Opuntia ficus indica* juga mengandung mineral, kalsium, magnesium, sodium dan potassium, phosphorus, iron.<sup>6,25</sup>

Berikut ini beberapa zat kimia yang terdapat dalam buah kaktus pir berduri (*Opuntia ficus indica*):

a. Flavonoid

Flavonoid merupakan kelompok senyawa fenol yang terbanyak ditemukan di alam. Senyawa ini umumnya ditemukan pada tumbuhan yang berwarna merah, ungu, biru, atau kuning. Sebagian besar senyawa flavonoid di alam ditemukan dalam bentuk glikosid. Glikosida adalah kombinasi antara suatu gula dan suatu alkohol yang

saling berikatan melalui ikatan glikosida. Gula yang terikat pada flavonoid cenderung menyebabkan flavonoid akan larut dalam pelarut polar seperti etanol, metanol, butanol, aseton, dan air.

Flavonoid merupakan deretan senyawa C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C<sub>6</sub> (cincin benzene) yang dihubungkan oleh rantai alifatik tiga karbon.

Senyawa dari golongan flavonoid seperti quercetin dan kaempferol dari beberapa bahan alam dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif. Mekanisme kerja flavonoid diduga mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membran sel bakteri.

b. Betalain

Buah kaktus pir berduri memiliki zat warna berupa betalain yang berpotensi baik untuk digunakan sebagai pewarna alami makanan. Betalain ini telah digunakan untuk pembuatan jus, selai, sirup, dan jelly.

c. Vitamin B1, B6, vitamin A, dan Vitamin E

#### **4. Pemanfaatan**

Bagian dari kaktus yang dimanfaatkan berupa batang dan buah, dapat digunakan langsung baik secara tradisional maupun dalam bentuk ekstrak. Eksudat atau getah daun yang keluar bila dipotong secara tradisional dapat digunakan langsung untuk penyembuhan luka luar, sengatan serangga dan



dapat memisahkan bakteri pada air yang tercemar. Sedangkan pada sari buah tumbuhan kaktus penggunaannya dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan yang dapat diolah, sebagai antioksidan, dan antibakterial.

Buah kaktus kaya akan flavonoids yang merupakan salah satu kelas tersebar dari senyawa polifenol dan berfungsi sebagai antimikrobia. Quercetin dan naringenin yang merupakan turunan dari flavonoids yang dilaporkan sebagai penghambat pertumbuhan *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Saccharomyces cerevisiae*.<sup>22</sup>

Berikut penggunaan kaktus pir berduri secara luas antara lain :<sup>6,23</sup>

➤ Penggunaan bahan tradisional

*Opuntia ficus indica* telah banyak digunakan oleh suku Mexico sebagai bahan obat yang efektif menyembuhkan luka bakar, luka karena terjatuh, edema, dan masalah pencernaan. Tumbuhan ini mempunyai ekstrak alkohol yang memiliki anti-inflamasi, hypoglycemic, dan aktivitas anti-viral. Selain itu juga, di Meksiko batang buah pir berduri dijadikan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan penyakit diabetes. Dari sebuah situs kesehatan juga melaporkan bahwa tumbuhan ini dapat digunakan sebagai obat hyperlipidemia (kelebihan lemak dalam darah) dan obesitas.

➤ Aktivitasnya sebagai anti – inflammatory

Pada beberapa studi penelitian yang telah dilakukan, memperlihatkan aktivitas analgesik dan anti – inflammatory pada genus *Opuntia* yang kandungan analgesik dan anti – inflamatorinya berupa ekstrak buah,

lyophilized cladodes, atau phytosterols dari ekstrak buah dan batangnya. *Opuntia ficus indica* mempunyai aktifitas anti – inflammatory yang cukup tinggi. Beta – sitosterol diidentifikasi sebagai zat anti – inflamasi yang diperoleh dari ekstrak batang tumbuhan tersebut meskipun aktivitasnya terlihat relative kurang dibandingkan dengan hydrokortisone.

➤ Sebagai Neuroprotective

*Opuntia ficus indica* dari hasil laporan yang diperoleh mempunyai aktivitas neuroprotective yang utama dalam melindungi sel – sel tubuh dari berbagai macam toksik. *Opuntia ficus indica* mengandung tiga jenis flavonoid (quercetin dihydroquercetin, dan quercetin 3 – methyl) yang berfungsi sebagai antioxidant yang aktif dalam perlindungan tubuh.

➤ Anti – diabetik

Sebuah studi yang dilakukan mengenai “The nutritional value, antioxidant activity and the effect of cactus pear (*Opuntia ficus indica*) fruit juice on biochemical parameters, enzyme activities and lipid peroxidation in alloxan induced diabetic rats”. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemberian alloxan dapat menyebabkan diabetes. Pemberian juice kaktus secara rutin dapat menurunkan alloxan penyebab diabetes selama lima minggu secara bertahap dari glukosa, kolestrol, urea, keratin, dan lain – lain.

➤ Anti – oxidant

Ekstrak dari *Opuntia ficus indica* memiliki karakter dan kandungan dengan jumlah fenol yang sangat tinggi, yang mana aktivitas dari fenol sendiri berupa antioxidant. Anti oksidan merupakan senyawa yang mampu

menghambat oksidasi molekul lain. Tubuh tidak mempunyai system pertahanan antioksidatif yang berlebihan, sehingga jika terjadi paparan radikal berlebih, tubuh memerlukan anti oksidan eksogen.

Flavonoid dalam tubuh manusia berfungsi sebagai antioksidan sehingga sangat baik untuk pencegahan kanker. Manfaat flavonoid antara lain adalah untuk melindungi struktur sel, meningkatkan efektivitas vitamin C, anti – inflamasi, mencegah keropos tulang, dan sebagai antibiotik. Selain itu, senyawa golongan flavonoid (quercetin, kaemferol) dari beberapa bahan alam dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri khususnya mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif. Mekanisme kerja flavonoid diduga mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membrane sel.<sup>22</sup>

- Dapat dijadikan sebagai anti – kanker dan anti – viral
- Mengandung betalain sebagai pigmen makanan alami yang aman untuk dikonsumsi dan sudah banyak digunakan oleh suku Meksiko dan Amerika.

## **5. Mekanisme Kerja Antibakteri**

Aktivitas mikroorganisme dapat dikendalikan dengan penghambatan secara fisik maupun kimia. Bahan antimikroba adalah penghambat mikroorganisme secara kimia yang mengganggu aktivitas metabolisme mikroba. Antibakteri adalah zat yang menghambat pertumbuhan bakteri. berdasarkan cara kerjanya antibakteri dibedakan menjadi bakterisidal dan bakteristatik. Bakteristatik adalah zat yang bekerja menghambat pertumbuhan bakteri sedangkan bakterisidal adalah zat yang bekerja mematikan bakteri. Beberapa

zat antibakteri bersifat bakteriostatik pada konsentrasi rendah dan bersifat bakterisidal pada konsentrasi tinggi. Mekanisme kerja antibakteri secara umum adalah sebagai berikut : <sup>24</sup>

a. Mengganggu sintesis dinding sel

Sintesis dinding sel bakteri dapat diganggu zat antibakteri, sehingga dinding sel yang terbentuk menjadi tidak sempurna dan tidak tahan terhadap tekanan osmotis, sehingga menyebabkan pecahnya sel.

b. Mengganggu sintesis membran sel

Sintesis molekul lipoprotein membran sel bakteri dapat diganggu zat antibakteri, sehingga membran menjadi lebih permeabel yang menyebabkan keluarnya zat – zat penting dari sel.

c. Mengganggu sintesis protein sel

Zat antibakteri dapat berikatan dengan sub unit ribosom bakteri, sehingga menghambat sintesis asam – asam amino dan menghasilkan protein yang inaktif.

d. Mengganggu sintesis asam nukleat

Kelangsungan hidup sel sangat tergantung pada molekul – molekul protein dan asam nukleat. Hal ini berarti bahwa gangguan apapun yang terjadi pada pembentukan atau fungsi zat – zat tersebut dapat mendenaturasi protein dan asam nukleat dapat merusak sel tanpa dapat diperbaiki lebih lanjut.

e. Antagonisme saingan

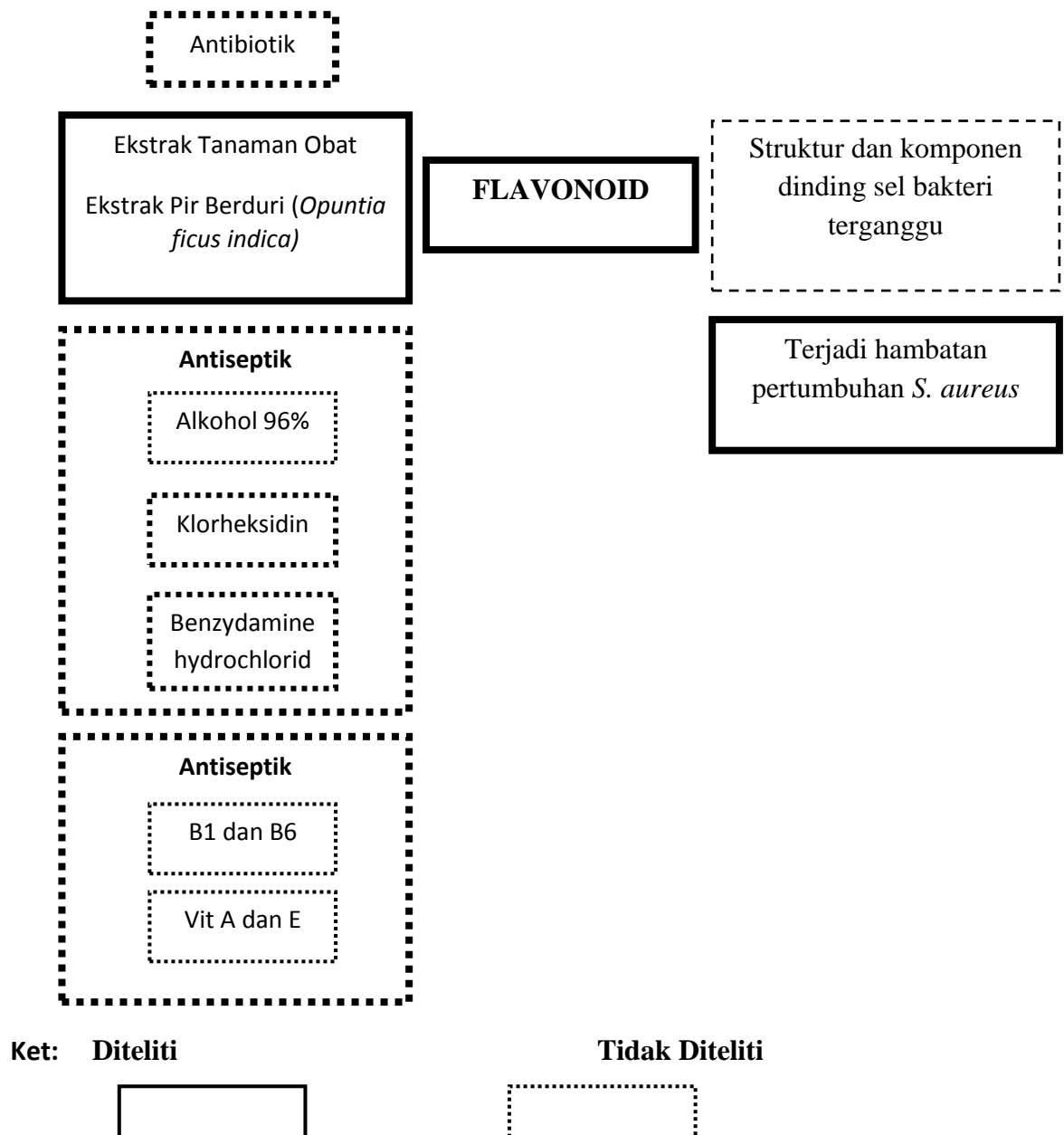
Zat antibakteri dapat bersaing dengan zat – zat yang diperlukan untuk proses metabolisme, sehingga proses tersebut terhenti.

Sifat antibakteri dapat berbeda satu dengan yang lainnya. Antibakteri termasuk ke dalam jenis spektrum luas bila menghambat atau membunuh bakteri Gram positif dan Gram negatif. Antibakteri termasuk ke dalam jenis spektrum sempit bila menghambat atau membunuh bakteri Gram positif dan Gram negatif saja.

## BAB III

### KERANGKA KONSEPTUAL

#### A. Kerangka Konsep



## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental labolatoris

#### **B. Lokasi Penelitian**

1. Labolatorium Fitokimia Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin
2. Labolatorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas  
Hasanuddin

#### **C. Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – April

#### **D. Alat dan Bahan**

1. Alat
  - a. Autoklaf
  - b. Batang pengaduk
  - c. Botol fial
  - d. Bunsen
  - e. Cawan petri
  - f. Cawan porselen
  - g. Corong

- h. Gelas ukur
- i. Inkubator
- j. Jangka sorong
- k. Labu erlenmeyer
- l. Ose bulat
- m. Pinset
- n. Pisau
- o. Rotavapor
- p. Tabung Reaksi
- q. Toples

## 2. Bahan

- a. Aluminium foil
- b. Aquades
- c. Ekstrak buah kaktus pir berduri
- d. Handscoen
- e. Isolat murni *Staphylococcus aureus* dari labolatorium Mikrobiologi  
Fakultas Farmasi
- f. Kapas
- g. Kertas label
- h. Masker
- i. Spritus



## **E. Populasi dan Sampel**

Sampel dalam penelitian ini adalah biakan murni *Staphylococcus aureus* dan ekstrak buah kaktus pir berduri dalam 8 kali pengenceran, masing – masing 0,5%, 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 100%. Pada setiap kelompok konsentrasi dilakukan replikasi sebanyak 3 kali.

## **F. Definisi Operasional**

1. Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan isolat yang telah tersedia diperoleh dari Labolatorium Mikrobiologi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.
2. Ekstrak Buah Kaktus Pir Berduri adalah buah yang dipetik dari tanaman mengkudu yang tumbuh di daerah Jawa Timur
3. Daya Hambat diketahui dari uji kadar hambat antimikroba sari buah kaktus pir berduri (*opuntia ficus indica*) berupa konsentrasi dari sari buah kaktus pir berduri yang dapat menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* secara nyata pada medium kultur setelah inkubasi.
4. Zona Inhibisi adalah luas daerah bening pada biakan medium bakteri setelah diinkubasi yang diukur diameternya dengan menggunakan jangka sorong (mm)
5. Konsentrasi sampel adalah konsentrasi dari sari buah kaktus pir berduri yang dibuat dengan memotong – motong buah tersebut dengan menggunakan pisau dan dicampurkan dengan aquades kemudian disaring

dan diambil sarinya. Konsentrasi dibuat dalam 4 jenis yaitu 0,5%, 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 100%.

6. Medium adalah Mueller Hinton Agar (MHA) yang dibuat dari sediaan yang disediakan dari laboratorium ini digunakan sebagai media untuk melihat daya hambat bakteri.

## **G. Prosedur Penelitian**

Secara keseluruhan prosedur kerja dalam penelitian ini terdiri dari: pembuatan ekstrak buah kaktus, pengidentifikasian kandungan zat aktif ekstrak buah kaktus pir berduri, sterilisasi alat, pembuatan medium, pengenceran, uji daya hambat.

1. Pembuatan ekstrak buah kaktus pir berduri (*Opuntia ficus indica*)

Untuk pembuatan ekstrak kaktus pir berduri disiapkan buah kaktus sebanyak 3 kg yang sudah dicuci bersih. Setelah itu, potonglah buah kaktus tersebut menjadi potongan – potongan yang kecil dan di masukkan ke dalam wadah maserasi. Tambahkan alkohol 96% sebanyak 1 liter kedalam wadah yang berisi buah kaktus, dibiarkan selama 3 hari dalam bejana tertutup. Setelah 3 hari, rendaman kaktus disaring dan ampasnya direndam dengan cairan penyaring yang baru. Hasil penyaringan dikumpul dan diuapkan dengan menggunakan rotavapor hingga diperoleh ekstrak buah kaktus yang padat dan kering.

## 2. Sterilisasi alat

Sterilisasi alat yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Labu erlenmeyer diisi dengan aquades sebanyak 250 ml lalu ditutup dengan kapas yang dipadatkan sedemikian rupa dan ditutup dengan aluminium foil dan disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 25 menit.
- Cawan petri, pinset, batang pengaduk, dan tabung reaksi dibungkus dengan aluminium foil dan disterilkan dengan oven.
- Bahan yang disterilkan adalah medium pembenihan. Cara sterilisasi adalah medium MHA yang telah dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian disterilkan ke dalam autoklaf selama 25 menit pada suhu 121°C

## 3. Pembuatan Medium

### a. Komposisi MHA (Mueller Hilton Agar)

- Beef ekstrak powder 20g
- Acid digest of casein 17,5g
- Strach 15g
- Agar 17g

### b. Cara Membuat

MHA dilarutkan sebanyak 38g ke dalam 1 liter aquadest. Kemudian sterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 25

menit. Biarkan hingga suhunya turun sampai 40°C. kemudian tuangkan ke dalam cawan petri yang telah disterilkan.

#### 4. Pengenceran

Pengenceran bertujuan menghasilkan beberapa konsentrasi ekstrak buah kaktus (*Opuntia ficus indica*) yang akan digunakan untuk Kadar Hambat Minimum dari ekstrak buah kaktus yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Dalam penelitian ini dibuat pengenceran sebanyak 8 konsentrasi yaitu : 0,5%, 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, dan 100%.

#### 5. Uji daya hambat

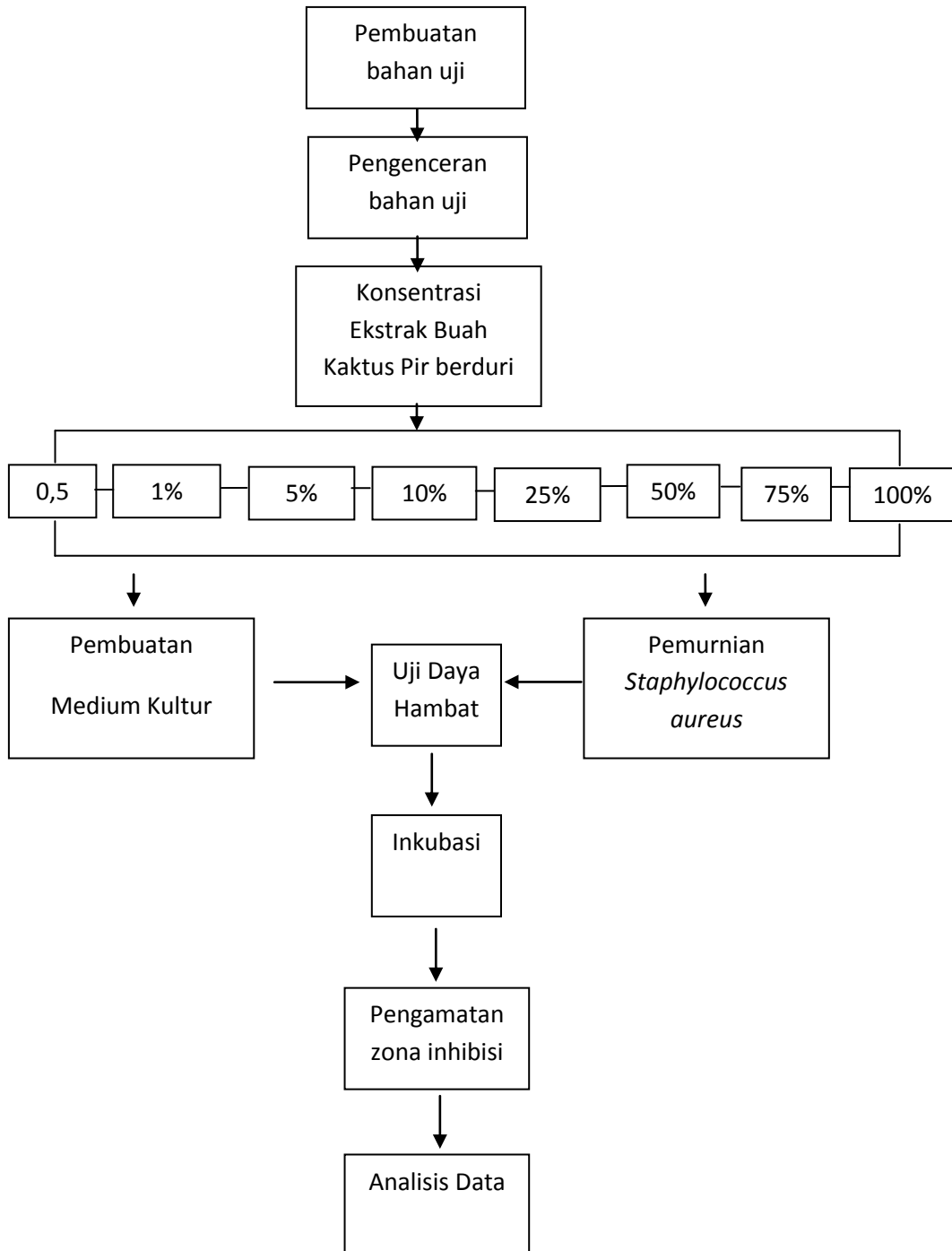
- Persiapkan 6 buah cawan petri steril
- Ketiga cawan petri tersebut diisi dengan medium MHA yang telah disterilkan. Tunggu medium hingga memadat.
- Ambil isolate murni yang telah dipersiapkan dengan menggunakan ose bulat. Kemudian dimasukkan kedalam tabung yang berisi aquadest steril.
- Isolat yang telah bercampur dengan aquadest tersebut kemudian di goreskan ke medium MHA dengan menggunakan cotton buds
- Lakukan hal yang sama pada cawan petri kedua sampai keenam
- Ambil beberapa paper disk dan kemudian direndam pada tabung yang berisi konsentrasi ekstrak buah yang berbeda

- Untuk cawan petri pertama sampai cawan petri ketiga masing – masing diberikan paper disk yang telah direndam dengan ekstrak buah kaktus pada konsentrasi 0,5% sampai 25%
- Sedangkan untuk cawan petri keempat sampai keenam diberi rendaman ekstrak buah kaktus pada konsentrasi 50% - 100%
- Masukkan kedalam inkubator selama 1x24 jam

#### 6. Pengamatan Zona Inhibisi

Daya hambat diketahui berdasarkan pengukuran diameter zona inhibisi (zona bening) yang terbentuk disekitas paper disk. Pengukuran tersebut menggunakan jangka sorong. Daya hambat minimal diketahui dari konsentrasi terkecil yang sudah dapat menghambat pertumbuhan *staphylococcus aureus* secara nyata.

## H. Alur Penelitian



## BAB V

### HASIL PENELITIAN

Setelah melakukan penelitian di laboratorium mengenai pengestraksian buah kaktus, diperoleh hasil yaitu buah kaktus pir berduri sebanyak 3 kilogram yang selanjutnya dikeringkan sehingga diperoleh ekstrak buah kaktus pir berduri kering sebanyak 86,01 Gram.

Pada penelitian ini ekstrak buah kaktus pir berduri (*Opuntia ficus indica*) dibagi dalam 8 konsentrasi 0,5%, 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 75% dan 100%.. Kemudian dilakukan uji daya hambat antimikroba setelah masa inkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37°C. Hasil pengamatan setelah diinkubasi adalah sebagai berikut :

**Tabel 1 : Hasil Pegukuran Perluasan Zona Inhibisi Difusi Ekstrak Buah Pir Berduri (*Opuntia ficus indica*) dalam satuan mm**

Replikasi	Konsentrasi ekstrak buah kaktus pir berduri (mm)				Kontrol + (mm)	Kontrol - (mm)
	0,5%	1%	5%	10%		
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
Rerata	0	0	0	0	0	0

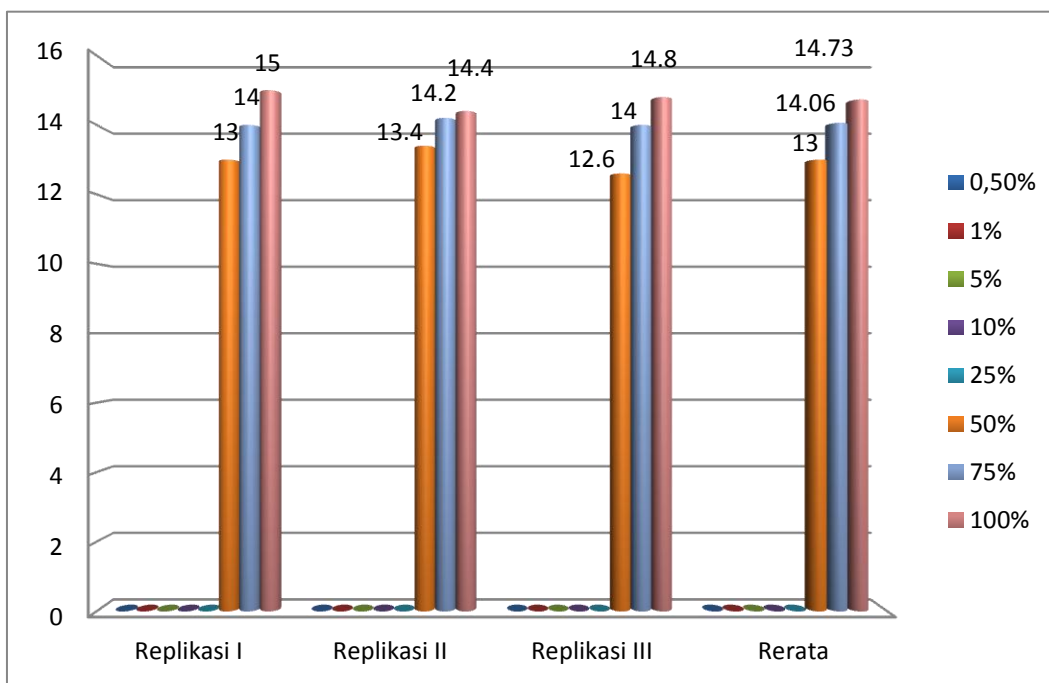
*Sumber: Data Primer*

**Tabel 2: Hasil Pengukuran Perluasan Zona Inhibisi Difusi Ekstrak Buah Pir Berduri (*Opuntia ficus indica*) dalam satuan mm**

Replikasi	Konsentrasi ekstrak buah kaktus pir berduri (mm)				Kontrol + (mm)	Kontrol - (mm)
	25%	50%	75%	100%		
I	0	13	14	15	8	6
II	0	13,4	14,2	14,4	10	6
III	0	12,6	14	14,8	9	6
Rerata	0	13	14,06	14,73	9	6

*Sumber: Data Primer*

**Gambar 1:** Diagram penelitian zona inhibisi dari masing – masing konsentrasi





Berdasarkan data kuantitatif yang diperoleh dapat diketahui mulainya terbentuk zona inhibisi yaitu pada konsentrasi ekstrak buah kaktus 50% dimana terdapat rerata zona sebesar 13mm. Sedangkan pada konsentrasi 25% zona inhibisinya sama seperti pada konsentrasi 0,5%. Hal tersebut menunjukkan pada konsentrasi 0,5% - 25% belum dapat menghambat pertumbuhan bakteri atau bisa diduga adanya *clear zone* pada area sekitar paper disk merupakan efek dari sterilisasi dari paper disk tersebut. Kemudian zona inhibisi yang ditimbulkan pada konsentrasi selanjutnya yang lebih besar dari konsentrasi 50% menunjukkan adanya peningkatan diameter yang diukur dengan satuan mm (millimeter). Maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak buah kaktus pir berduri dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 50%.

## **BAB VI**

### **PEMBAHASAN**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental labolatoris *in vitro* untuk mengetahui apakah ekstrak buah kaktus pir berduri mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode difusi atau uji difusi, yaitu paper disk yang diresapi ekstrak buah kaktus dalam jumlah tertentu, diletakkan pada medium agar padat MHA yang telah ditanami organisme (*Staphylococcus aureus*).

Penelitian ini menggunakan 8 konsentrasi dari ekstrak buah kaktus pir berduri yaitu 0,5%, 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dengan 3 kali replikasi. Pengenceran dilakukan dengan menggunakan aquadest sebagai bahan untuk melarutkan ekstrak kaktus tersebut.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pada konsentrasi 0,5%, 1%, 5%, 10%, 25% tidak terlihat adanya zona bening yang terbentuk yang berarti bahwa tidak adanya daya hambat pada konsentrasi tersebut terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Sedangkan pada konsentrasi 50%, 75%, 100% terlihat adanya zona bening, yang berarti bahwa pada konsentrasi tersebut memperlihatkan adanya daya hambat dari sari buah kaktus pir berduri terhadap *Staphylococcus aureus*.

Hasil penelitian menunjukkan pada konsentrasi 50% sebesar 13 mm, pada konsentrasi 75% sebesar 14,06 mm, dan pada konsentrasi 100% sebesar 14,73 mm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi dari sari buah kaktus pir berduri maka semakin besar pula daya hambatnya. Daya hambat ini sangat dipengaruhi oleh adanya zat – zat antibakteri yang terdapat dalam buah kaktus pir berduri.<sup>28</sup>

Kaktus memiliki banyak khasiat dan mengandung zat – zat penting yaitu askorbik acid, flavonoid (quercetin, kaemferol), betalain serta berbagai vitamin (A, B1, B6, E) mineral, iron, dan phosphorous. Salah satu zat aktif paling utama adalah flavonoid yang aktif sebagai antimikroba, terutama melindungi tubuh dari beberapa jenis penyakit degenerative. Jika dihubungkan dengan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi dari sari buah kaktus yang digunakan maka semakin besar pula zat – zat antimikroba yang terkandung dalam sari buah kaktus sehingga hal ini sangat berpengaruh terhadap daya hambat yang dihasilkan oleh sari buah kaktus tersebut.<sup>28</sup>

Telah dijelaskan di atas bahwa salah satu zat aktif yang paling efektif pada buah kaktus adalah kandungan flavonoid (quercetin dan kaemferol). Journal of engineering research and studies memperlihatkan kandungan kaemferol pada biji buah kaktus pir berduri sebanyak 0,11 – 0,38 g dan quercetin sebanyak 0,98 – 9 g. Flavonoid merupakan senyawa polar yang umumnya larut dalam pelarut seperti etanol, menthanol, butanol, dan aseton. Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol, senyawa fenol mempunyai sifat efektif menghambat pertumbuhan virus, bakteri dan jamur. Senyawa – senyawa flavonoid umumnya

bersifat antioksidan dan banyak yang telah digunakan sebagai salah satu komponen bahan baku obat – obatan. Senyawa flavonoid dan turunannya memiliki dua fungsi fisiologis tertentu, yaitu sebagai bahan kimia untuk mengatasi serangan penyakit (sebagai antibakteri) dan anti virus bagi tanaman. Para penelitian lain juga menyatakan pendapat sehubungan dengan mekanisme kerja dari flavonoid dalam menghambat pertumbuhan bakteri, antara lain bahwa flavonoid menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri dan menurunkan tegangan permukaan yang mengakibatkan kenaikan dari permeabilitas sel membran, sehingga air masuk dan menyebabkan pecahnya sel dan terjadi penghambatan bakteri *Staphylococcus aureus*. Didukung juga dengan sebuah penelitian, mendapatkan bahwa flavonoid mampu menghambat mortalitas bakteri.<sup>29</sup>

Golongan fenol mampu merusak membran sel, menginaktifkan enzim dan mendenaturasi protein pada bakteri sehingga dinding sel bakteri akan mengalami kerusakan karena terjadinya penurunan permeabilitas yang memungkinkan terganggunya transport ion – ion organik penting yang akan masuk ke sel bakteri. Hal ini akan mengakibatkan pertumbuhan sel terhambat dan sel akan mengalami kematian.<sup>30</sup>

Flavonoid merupakan senyawa yang mempunyai efek antibakteri dan banyak terdapat pada buah kaktus pir berduri. Flavonoid merupakan fitokimia fenolik yang berfungsi sebagai peredam radikal bebas yang sangat kuat dan membantu mencegah penyakit yang berhubungan dengan stress oksidatif serta memiliki aktivitas antimikroba, antikarsinogenik, antiplatelet, antiskemik,

antielergi, dan antiinflamasi. Flavonoid dalam buah kaktus pir berduri mempunyai aktivitas penghambatan lebih besar terhadap bakteri gram positif antara lain adalah bakteri MRSA, hal ini dikarenakan senyawa flavonoid merupakan bagian yang bersifat polar sehingga lebih mudah menembus lapisan peptidoglikan yang bersifat polar daripada lapisan lipid yang non polar, sehingga menyebabkan aktivitas penghambatan pada bakteri gram positif lebih besar daripada bakteri gram negatif. Aktivitas penghambatan dari kandungan buah kaktus pir berduri pada bakteri gram positif menyebabkan terganggunya fungsi dinding sel sebagai pemberi bentuk sel dan melindungi sel dari lisis osmotik dengan terganggunya sel akan menyebabkan lisis pada sel.<sup>30</sup>

## **BAB VII**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari pembahasan yang telah dipaparkan diatas bahwa:

1. Ekstrak kaktus buah pir berduri mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.
2. Konsentrasi ekstrak buah kaktus pir berduri mempengaruhi daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus* dengan melihat adanya zona bening pada konsentrasi 50%, 75%, dan 100%. Adapun konsentrasi 100% merupakan konsentari yang memiliki diameter daya hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* yang paling besar.

#### **B. Saran**

Saran yang dapat disampaikan oleh penulis dalam penulisan ini ialah:

1. Untuk dapat memanfaatkan buah kaktus pir berduri sebagai bahan obat topikal, perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut lagi secara *in vivo* untuk mengetahui penerapan obat topikal dalam berbagai penyakit khususnya di bidang Kedokteran Gigi.

2. Pengujian yang lebih intensif terhadap konsentrasi terbaik yang dapat digunakan sebagai terapi untuk penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus*.
3. Untuk mendapatkan hasil daya hambat yang lebih baik, mungkin penelitian ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Irwan Baga, Sanarto S, Timotius A. Gunawan. Uji aktivitas antibakteri ekstrak kulit mangga (*Mangifera indica L*) terhadap *Staphylococcus aureus* secara in vitro. Available at <http://fk.ub.ac.id/artikel/0/filedownloadad/maglah%20TIMOTIUS%20Arif%20Gunawan.pdf>
2. Irene Edith R, Rahmat, Karlina. Daya Hambat Ekstrak *Aloe Vera* terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* (studi in vitro). Jurnal Dentofasial Kedokteran Gigi, Vol. 10, 2011: p 65 – 134 (7)
3. Mardhiyah Haryati. Respon Tunas Kaktus pada Berbagai Konsentrasi NAA dan BAP secara in vitro. Jurnal Floratek Penelitian dan Mahasiswa di Bidang Pertanian, Vol. 3, 2012: p 1 – 3. Available at [jurnal.floratek.wordpress.com](http://jurnal.floratek.wordpress.com)
4. Fernandez Lopez JA, Almela L, Obon JM, Castellar R. 2010. Determination of antioxidant constituents in cactus pear fruits. Available at [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20811778](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20811778)
5. Sarbojeet Jana. Nutraceutical and Functional Properties of cactus Pear (*Opuntia spp*) and Its Utilization for Food Applications. Journal of Engineering Research and Studies, Vol. 3, 2012: 60 – 66. Available at <http://www.technicaljournalonline.com/jers/VOL%20III/JERS%20VOL%20II%20ISSUE%20ARTICLE2012.pdf>
6. Manpreet Kaur, Amandeep Kaur, Ramica Sharma. Pharmacological actions of *Opuntia ficus indica*: A review. Journal of Applied Pharmaceutical Science.



Vol. 2, 2012: p 15 – 18. Available at

[http://www.japsonline.com/admin/phpuploads/541\\_pdf.pdf](http://www.japsonline.com/admin/phpuploads/541_pdf.pdf)

7. Ganiswara, Suyatna Setiabudi FD R, Purwastyastuti, Nafriadi. Farmakologi dan Terapi. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia: 1995. P. 572 – 627
8. Subhankari PC, Santanu KM, Somenath Ray. Biochemical characters and antibiotic susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolates. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. (2012): p 212-216. Available at [www.elsevier.com/locate/apjtb](http://www.elsevier.com/locate/apjtb)
9. Leanne Jukes, dkk. Rapid Differentiation of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis* and Coagulase – Negative *Staphylococci* and Meticillin Susceptibility Testing Directly From Growth – Positive Blood Cultures by Multiplex Real – Time PCR. Journal of Medical Microbiology, Vol. 59, 2010: p 1456 – 1461. Available at [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20813851](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20813851)
10. A Syahrurachman, dkk. 1994. Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran. Ed. Revisi. Binarupa Aksara. Jakarta. H: 103 – 108
11. Brooks, Geo F, Janet S, Butel, Ornston L.N. 1996. Mikrobiologi Kedokteran. Alih Bahasa: Edit Nugroho, RF Maulany. Penerbit Kedokteran EGC. Jakarta
12. N Hidayati. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Umbi Bawang Putih (*Allium sativum*) sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan *E.coli*. Fakultas Sains dan Teknologi UN, Malang.

2010. P 33. Available at [lib.uin-malang.ac.id/thesis/fullchapter/06520043-nurul-hidayati.ps](http://lib.uin-malang.ac.id/thesis/fullchapter/06520043-nurul-hidayati.ps)
13. L.G. Harris, S.J Foster, R.G Richard. An Introduction To *Staphylococcus aureus* and Tecniques for Identifying and Quantifying *S. Aureus* Adhesins in Relation to Adhesion to Biomaterials: Review. European Cells and materials. Vol. 4. (2002): p 39-60
  14. Tolan R. 2010. *Staphylococcus aureus Infection*. Aavailable from: <http://emedicine.medscape.com/>
  15. Blanco Manuel Guzman, dkk. Epidemiology of meticillin – resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Latin Amerika. International Journal Of Antimicrobial Agents, Vol. 34, 2009: p.304 – 308. Available at [www.researchgate.net/publication/26688628\\_Epidemiology\\_of\\_methicillin](http://www.researchgate.net/publication/26688628_Epidemiology_of_methicillin)
  16. Nanosilver\_official site for nano cyclic. Apakah koloid perak itu?
  17. Franklin D Lowy. *Staphylococcal Infections*. Available from: [https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:KO1xtJqOiKMJ:www.mhprofessional.com/downloads/product/0071702938/35\\_kasper\\_ch35\\_p386-399.pdf](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:KO1xtJqOiKMJ:www.mhprofessional.com/downloads/product/0071702938/35_kasper_ch35_p386-399.pdf). Accessed at December 3<sup>rd</sup> 2012.
  18. [www.fooddoctors.com/FSF/S\\_aureus.pdf](http://www.fooddoctors.com/FSF/S_aureus.pdf)
  19. Ramzi M. Helewa. John M. Embil, MD. What to do with coagulase – negative *Staphylococci*. Available at <http://www.stacomunications.com/journals/cme/2007/2-February%202007/019-Bug%20of%/20the%20month.pdf>

20. R. Suhartati, Meti Kusmiati, Astri Pameliane. Uji Bakterisidal Infusum Kayu Siwax (*Salvadora persica*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Jurnal Kesehatan BTH. Vol. 2.(2009): p73 – 84
21. <http://www.keperawatan.web.id/2009/03/kaktus-2.html>
22. Sandhar Harlen Kaur, dkk. A Review of Phytochemistry and Pharmacology of Flavonoids. *Journal of International Pharmaceutica Sciencia*, Vol, 1, 2011: p 25 – 41. Available at <http://www.ipharmscienda.com/Dacuments/1/4.pdf>
23. E.M Galati, M.M Tripodo, A. Trovato, N. Miceli, M.T Monforte. Biological effect of *Opuntia ficus indica*, *Cactacea* waste matter. *Journal of Ethnopharmacology*. (2002). P 17 – 21. Available at [www.elsevier.com/locate/jethpharm](http://www.elsevier.com/locate/jethpharm)
24. Repository.ipb.ac.id/handle/123456789/62305?show=full
25. Nebbache Salim, Chibani Abdelwaheb, Chadli Rabah, and Bouznad Ahcene. Chemical composition of *Opuntia ficus indica* fruit. *Journal of Biotechnology*. Vol 8. (2009). P 1623 – 1624. Available at [www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/60345/48582](http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/60345/48582)
26. Jack Kelly, Rob Grumbles. *Cactus, Agave, Yucca, and Occotillo*. The University Of Arizona College Of Agriculture And Life Sciences Tucson. Available at [www.ag.arizona.edu/pubs/garden/az1225.pdf](http://www.ag.arizona.edu/pubs/garden/az1225.pdf)
27. Ganiswarna SG, Setiabudi R, Suyatna FD, Purwastyastuti & Nafriadi. *Buku Farmakologi dan Terapi*. Jakarta; Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. 2<sup>nd</sup> ed. 1995. P.572 – 627.

28. I Gede Oka Darsana, I Nengah Kerta Besung, Hapsari Mahatmi. Potensi Daun Binohang (*Anredera Cordifolia* (Tenore) Steenis) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* secara *in vitro*. Jurnal Indonesia Medicus Veterinus. Vol. 3, 2012: 337 – 351
29. Galuh puspitasari, Sri Murwani, Herawati. Uji Daya Hambat Antibakteri Perasan Buah Mengkudu Matang (*Morinda citrifolia*) terhadap bakteri MRSA secara *in vitro*. Available at <http://pskh.ub.ac.id/wp-content/uploads/2012/10/0813100019-Galuh-puspitasari.pdf>